

SOLUTION: A warpage occurring in the difference in the coefficient of linear

expansion between silicon constituting the board 1A and quartz glass constituting a circuit layer 1B exists in the optical waveguide circuit board

1. In order to prevent the change of this warpage curvature, only the part

near the light input/output optical waveguide part of the optical waveguide

circuit board 1 is fixed with an adhesive 14 to a lower holder 40 and an upper

holder 41 fixes a spacer 41a only near to the light input/output optical

waveguide part of the optical waveguide circuit board 1 and fixes an upper

plate 41b via the spaces 41a. These members are all fixed by the adhesive 14.

Since the holders 40 and 41 are formed of a UV permeable material, a UV curing

adhesive is used as the adhesive 14 and further, the hard material having the

Young's modulus of 150 kg/mm² is used by taking the polishing of the end face

of the optical waveguide circuit into consideration.

COPYRIGHT: (C) 2001, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-74972

(P2001-74972A)

(43) 公開日 平成13年3月23日 (2001.3.23)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード* (参考)

G 0 2 B 6/30

G 0 2 B 6/30

6/122

6/12

A

D

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2000-246566 (P2000-246566)

(62) 分割の表示 特願平4-208038の分割

(22) 出願日 平成4年8月4日 (1992.8.4)

(31) 優先権主張番号 特願平3-195485

(32) 優先日 平成3年8月5日 (1991.8.5)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平3-227332

(32) 優先日 平成3年9月6日 (1991.9.6)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平4-55335

(32) 優先日 平成4年3月13日 (1992.3.13)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 山田 泰文

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 堀 文明

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100077481

弁理士 谷 義一 (外1名)

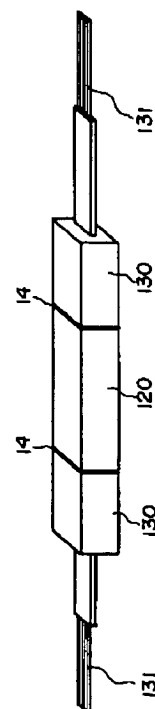
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 導波型光部品

(57) 【要約】

【課題】 ホルダーに組み込まれた光導波回路基板上の光導波回路の特性を良好に発揮できるようにした導波型光部品を提供する。

【解決手段】 光導波回路基板の光回路部とホルダーとを非接触状態に置くとともに、光導波回路基板の光入出力導波路部の少なくとも一部を固定剤によりホルダーに固定する。さらに、光導波回路モジュールの光入出力導波路端部周辺と、このモジュールに接続される光ファイバアレイのファイバ端部周辺には、硬度の高い固定剤を充填する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光導波回路基板が基板用ホルダーに保持されてなる光導波回路モジュールと、入出力用光ファイバがその端部において端子ホルダーに保持されてなる光ファイバモジュールと、が連結されてなり、前記光導波回路基板と前記基板用ホルダーとの間、あるいは前記光ファイバと前記端子ホルダーとの間、のうち少なくともいずれか一方の間が 150 kg/mm^2 のヤング率を有する固定剤により固定されていることを特徴とする導波型光部品。

【請求項2】 前記光ファイバが 150 kg/mm^2 のヤング率を有する固定剤により前記端子ホルダーに固定されてなる光ファイバモジュールと前記光導波回路モジュールとの連結が、 150 kg/mm^2 のヤング率を有する固定剤により行われていることを特徴とする請求項1に記載の導波型光部品。

【請求項3】 前記光導波回路基板が、直線状の光入力導波路部と光出力部を有するとともに、前記光入力導波路部と光出力導波路部との間に所定の機能を有する光回路部を備えてなり、前記光入力導波路部と前記基板用ホルダーとの固定は、前記直線状光導波路部分と前記基板用ホルダーとが非接触状態に置かれるとともに前記直線状光導波路部分の少なくとも一部が前記固定剤により前記基板ホルダーに固定されていることにより実現されていることを特徴とする請求項1に記載の導波型光部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光通信分野等で用いられる光導波回路モジュールに光ファイバを連結してなる導波型光部品に関するものであり、さらに詳しくは、ホルダーに組み込まれた光導波回路基板上の光導波回路の特性を良好に発揮でき、光導波回路と光ファイバとの接続損失の平均値およびバラツキの小さな導波型光部品に関するものである。

【0002】

【従来の技術】光通信技術の高度化に伴い、従来の光源、光ファイバ、受光器に加えて、光分岐素子、光合分波器、光スイッチなどの各種光導波回路が必要とされている。しかも、これら光導波回路は、挿入損失低減、導波路-ファイバ接続界面での反射量低減、温度安定性向上などの要求に加えて、大規模かつ高機能であることが要求され始めている。このために、光導波回路は、3インチから5インチ程度の基板全面にわたる大きさを有し、かつ、伝搬光の位相の精密制御を行う必要がある。

【0003】これらの要求を満足するには、光導波回路チップ自体の特性向上はもとより、チップを保持しファイバ接続を行う光導波回路モジュールの構造の最適化、さらには、この光導波回路モジュールに光ファイバが接続されてなる導波型光部品の構造最適化が重要である。

すなわち、1)ファイバ導波路間の精密位置合わせの実現、2)導波路端面およびファイバ端面の精密研磨の実現、3)応力がかからない状態での光導波回路基板のホルダーへの取り付け、4)高機械強度の達成、の4条件すべてを満足する構造の導波型光部品が必要である。特に、光導波回路モジュールが上記した大形基板を有する場合には、基板の反りの存在が無視し得なくなるので、反りがあっても基板を応力のかからない状態でホルダーに保持させることが、とりわけ重要な要件となる。

10 【0004】さらに、温度による光導波回路の屈折率変化、すなわち、熱光学効果を利用した光導波回路や、半導体素子を基板上に搭載したハイブリッド光導波回路のように能動機能を有する光導波回路の場合には、上記の4つの要求条件に加えて、光導波回路基板の放熱が可能であることが要求される。

【0005】以下に、従来の光導波回路モジュールの構造例を示し、従来技術の問題点を明らかにする。

20 【0006】図1は、従来の典型的な光導波回路モジュールの一例である〔E. J. Murphy et al, "Permanent attachment of single-mode fiber arrays to waveguide", IEEE J. Lightwave Tech., LT-3, pp. 795-799, 1985〕。このモジュールは、光導波回路基板1の両端部上面にそれぞれ光ファイバ2を接続するための押さえ板3を設け、それらの端面にそれぞれ光ファイバ2を固定する光ファイバアレイ4を接続した構造である。

30 【0007】このファイバ接続方法は、構造が簡単なので従来から良く用いられている。この方法によれば、基板1上の中央部に設けられている光導波回路（光回路部）5と光ファイバ2間の精密位置合わせが可能であり、また、基板1の反りを無視できるような小形光導波回路に対しては、光導波回路基板へ応力をかけずに実装することが容易に実現できる。

40 【0008】しかしながら、この構造では、光導波回路基板1がむき出しになっているので、機械強度が弱いという問題がある。特に、シリコン（Si）基板上に形成した光導波回路の場合、光導波回路基板が破損する危険性が極めて高く、光導波回路モジュールの信頼性が著しく低下する。さらに、基板の反りを有する大形光導波回路基板では、長手方向のみならず横方向の反りも無視できなくなる。このような大形基板にこの方法を適用すると、押さえ板3を設けるためには、横方向の反りを解消せざるを得ない。このために、実装にともなう大きな応力が光回路部5にかかり、この結果、光導波回路特性が損われるという問題が生ずる。

50 【0009】これに対し、従来、光導波回路基板をむき出しにしない構造の光導波回路モジュールが、「特開昭62-73208号」に開示されている。このモジュール

ルは、図2に示すように、光導波回路基板1を2枚の平面基台6、7の間に挟み込み接着剤8で固定して基板面が露出しない光導波回路基板ユニット9を構成し、図3に示すように、このユニット9の両端に光ファイバ2を固定する光ファイバアレイ4を接続した構造である。このような構造とすれば、光導波回路基板1がむき出しになることはないので、図1に示したモジュールにおいて問題であった光導波回路基板破損の危険性は大幅に低減される。

【0010】しかしながら、この構造においては、光導波回路基板1を平面基台6、7に固定する際、基板全面に接着剤8を塗布するので、接着剤の硬化収縮による応力が光導波回路に加わり、この結果、光導波回路の特性が、チップ段階と実装後で変化するという問題が生じる。特に、光導波回路基板1が有限な曲率半径の反りを有する場合には、光導波回路基板1を平面基台6、7に挟み込む場合には、基板の反りを解消する必要がある、この結果、光導波回路基板1には極めて大きな応力が加わることになる。さらに、平面基台6、7と光導波回路基板1との間に線膨張係数の不整合がある場合には、環境温度変動があると、光導波回路基板1に応力が加わり、その特性が変動することがあった。

【0011】前記図2の構造のモジュールと類似の構造が、Herman M. Presby, Christopher A Edwards, "Packaging of glass waveguide silicon devices" Optical Engineering 31(1), 141-143 (January, 1992)、およびU. S. Pat. No. 5, 076, 654 "Packaging of silicon optical components" Herman M. presby, Filed Oct. 29, 1990に記載されている。これらの文献には、導波回路基板の上面全面にUV接着剤を塗布し、この接着剤を介して、石英カバーを上面に接着する実装構造が、記載されている。この構造のモジュールにおいても、前記図2のモジュールとほぼ同様の問題点がある。

【0012】図4は、光ファイバ2と光導波回路基板1との無調心接続を指向したモジュール構造の例である「特開平1-234806号」。このモジュールでは、まず、光導波回路基板1の回路面側の両端に位置決め用段差1aを形成し、これら段差1aに挟まれた凸部（中央部）1bに光導波回路5を形成する。一方、基台10側には光導波回路基板1の凸部1bに底じた寸法の凹部10bが形成されており、前記凸部1bを凹部10bに嵌合させる。これにより、このモジュールは、無調心で光ファイバ2と光導波回路基板1の光導波回路5との結合を実現しようとするものである。このモジュール構造では、光導波回路基板1を基台10に固定するにあ

り、光導波回路5が形成されていない段差1a部分と基台10とを接触させて固定するので、固定に用いる接着剤あるいは半田などの固定剤の硬化収縮応力が光導波回路5に直接加わることは防止することができる。

【0013】しかしながら、この実装構造では、確かに光ファイバ2と光導波回路基板1との位置合わせの手間は省けるものの、光ファイバ2と光導波回路5との位置決め精度は、基板1の段差1aの加工精度、すなわち基板1の凸部1bの加工精度と、基台10の凹部10bの加工精度とで決まり、製造歩留まりまで考慮すれば、精度は高々3~5 μ m程度であり、接続損失は0.5~1dB程度と大きい。さらに、有限の曲率半径の反りを有する光導波回路基板を実装する場合には、光導波回路基板の反りを解消した後、基板を筐体に固定しなければならない。何故ならば、もし基板の反りを残したまま筐体に搭載すると、光導波回路端部において、光導波回路とファイバとの位置が一致しなくなるからである。この構造では、硬化剤の硬化収縮応力が光導波回路5に直接加わることは防止できるものの、基板反り解消に伴う大きな応力が光導波回路基板1に加わり、光導波回路5の特性に大きな変動をもたらすという問題が生じる。

【0014】以上述べたとおり、従来の導波型光部品を構成している光導波回路モジュールの構造では、特に基板の反りを無視できない大形光導波回路基板を応力負荷なしで実装することは困難であった。したがって、従来技術では、ファイバと導波路間の精密位置合わせ、応力負荷なしで基板を保持すること、および高機械強度の達成、という光部品の光導波回路モジュールにおける要求条件すべてを満足することはできなかった。

【0015】また、これら従来技術に共通に存在する問題として、端面精密研磨の問題が指摘できる。すなわち、光導波回路モジュールや光ファイバアレイに用いられる主要材料であるガラス、シリコンあるいは金属のヤング率は $10^3 \sim 10^6$ kg/mm² のオーダーであり、光導波回路と基台との固定に用いる典型的な固定剤である接着剤より1~5桁も高い。光導波回路モジュールは、このようなヤング率の異なる複合材料から構成されている。従来の典型的な固定剤（接着剤）を用いた光導波回路モジュールおよび光ファイバアレイでは、端面を研磨した場合、まずヤング率の低い固定剤層が選択的に研磨除去され、このために、ヤング率の高い導波路基板や、光ファイバおよびその端子ホルダーが剥きだしとなる。さらに、研磨を続けると、除去された固定剤層跡のくぼみに溜った研磨剤のために、光導波回路端面やファイバ端面に傷が付く確率が高まる。したがって、従来構造の光導波回路端面や光ファイバ端面を研磨した場合、導波回路基板が破損したり、光導波回路基板や光ファイバ端面の研磨面に傷が残るために、良好な接続端面が得られず、この結果、接続損失の増加、反射減衰量の劣化が生ずるという問題があった。

【0016】さらに、従来技術に共通する他の問題として、光導波回路基板の放熱については全く考慮しておらず、熱光学効果を利用した部品やハイブリッド光導波回路に適用することは困難であるという問題もあった。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、本発明の課題は、特に基板の反りを無視できない大形光導波回路基板を応力の負荷なしで実装することが可能であるとともに、低損失、高反射減衰量、および高機械強度を有する導波型光部品

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明の導波型光部品は、光導波回路基板が基板用ホルダーに保持されてなる光導波回路モジュールと、入出力用光ファイバがその端部において端子ホルダーに保持されてなる光ファイバモジュールと、が連結されてなり、前記光導波回路基板と前記基板用ホルダーとの間、あるいは前記光ファイバと前記端子ホルダーとの間、のうち少なくともいずれか一方の間が 150 kg/mm^2 のヤング率を有する固定剤

により固定されていることを特徴とする。

【0019】ここで、前記前記光ファイバが 150 kg/mm^2 のヤング率を有する固定剤により前記端子ホルダーに固定されてなる光ファイバモジュールと前記光導波回路モジュールとの連結が、 150 kg/mm^2 のヤング率を有する固定剤により行われていてもよい。

【0020】また、前記光導波回路基板が、直線状の光入力導波路部と光出力部を有するとともに、前記光入力導波路部と光出力導波路部との間に所定の機能を有する光回路部を備え、前記光入力導波路部と前記基板用ホルダーとの固定は、前記直線状光導波路部分と前記基板用ホルダーとが非接触状態に置かれるとともに前記直線状光導波路部分の少なくとも一部が前記固定剤により前記基板ホルダーに固定されていることにより実現されていてもよい。

【0021】本発明では、前記光導波回路基板をホルダーに固定する固定剤としては、紫外線硬化接着剤のほか、熱硬化型、常温硬化型の各種接着剤や、あるいは半田、等を用いることができる。

【0022】

【作用】前記構成の本発明によれば、特に基板の反りを無視できない大形光導波回路基板を応力の負荷なしで実装することが可能であり、低損失、高反射減衰量、および高機械強度を有する導波型光部品を提供することができる。

【0023】

【実施例】以下、本発明を実施例によりさらに詳しく説明する。

【0024】（実施例1）図5は、本発明の第1の実施例を示すもので、本発明の導波型光部品を構成する光導

波回路モジュールの断面図である。1はシリコン基板上に石英系シングルモード光導波回路5が形成された光導波回路基板であり、20は基板ホルダーである。基板1はホルダー20にその両端を固定されて、保持されており、中間部において基板1とホルダー20との間には隙間gが形成されている。

【0025】図6に示すように、基板1には、両端に直線光導波路である光入力導波路部5aと光出力導波路部5b、中間部分に 1×4 の光分岐回路となる曲線光導波回路（光回路部）5が形成されている。この光導波回路基板1は、図5に示すように、前記光入力導波路部5aと光出力導波路部5bとにおいてホルダー20と接着されており、分岐機能を備えた光回路部5はホルダー20と非接触である。

【0026】前記ホルダー20は、図7に示すように、下部フレーム21、スペーサ22a、22b、22c、22d、押さえ板23の3種類6点の部品から構成されている。このようなホルダー20に基板1を保持するには、下部フレーム21の両端に接着剤によりスペーサ22a、22bを接着し、次に前記スペーサ22a、22bの表面に接着剤を塗布し、この上に基板1を載せて接着する。さらに、前記基板1の両端に接着剤を塗布し、スペーサ22c、22dを接着し、最後に、押さえ板23を載せて接着して、光導波回路モジュールが完成される。

【0027】次に、光導波回路基板の光通過損失が $6.4\pm 0.1\text{ dB}$ の 1×4 スプリッターを、前記構造でモジュール化して光通過損失を測定した。この結果、光導波回路モジュールの4ポートに光通過損失も $6.4\pm 0.1\text{ dB}$ であり、光導波回路基板の特性がモジュール化後も完全に保たれていることが分かった。また、このモジュールのヒートサイクル試験を行なったところ、 $-20^\circ\text{C}\sim 70^\circ\text{C}$ の温度範囲での損失変化は $\pm 0.1\text{ dB}$ 以下であった。

【0028】なお、本発明の実施例においては、光導波回路基板1の光回路部5を非接触とするために、スペーサ22a～22dを用いたが、押さえ板23および下部フレーム21を加工する際、スペーサを一体に加工してもなんら問題はない。また、曲線光導波回路5としてY分岐型の分岐回路について説明したが、この他に方向性結合器などの曲線光導波回路を有する光導波回路基板について適用できることは言うまでもない。さらに、本実施例では、石英系光導波回路の場合について説明したが、このほかに多成分ガラス系光導波回路、プラスチック光導波回路などの各種の導波回路に適用できることは言うまでもない。

【0029】（実施例2）図8は、本発明の第2の実施例を示すもので、本発明の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールの斜視図である。1は光導波回路5が形成された光導波回路基板、2は光導波回路5に接続さ

れた光ファイバ、30は光導波回路基板1を保持する箱形ホルダーを示す。また、31は光導波回路5の上に形成された発熱体、32は発熱体6に電力を供給するための電極パッド、33は軟膏状の熱導電性樹脂、34は基板1をホルダー30に固定するための弾性接着剤を示す。

【0030】図8の実装構造の一具体例として、基板1がシリコンで、箱形ホルダー30が銅の場合を想定する*

$$S = k \cdot L \cdot \Delta a \cdot \Delta T$$

で表される。ただし、kは比例係数、 $\Delta a = a_2 - a_1$ である。

【0032】式(1)より、応力Sは、寸法Lが大きい程、線膨張係数差 Δa が大きいほど、温度変化 ΔT が大きいほど、増加することが分かる。しかしながら、係数kによっても、応力Sは変化する。すなわち、kを極力小さく(理想的には零)、できれば、応力Sの発生は最小にできる。

【0033】従来、ホルダー30へのシリコン基板1の固定は、熱硬化型の熱伝導性接着剤を使用していたので、前記の比例係数kは、かなり大きく、応力Sによる光導波回路5の特性劣化は著しかった。これに対して、この実施例では、シリコン基板1をホルダー30に軟膏状の熱伝導性樹脂33で密着させ、放熱処理した後、シリコン基板1の周囲の所定部分を、弾性接着剤34でホルダー30に固定しているので、線膨張係数差が大きいにも拘らず、弾性接着剤34が両基板間の変位を吸収してしまい、シリコン基板1での応力Sの発生は、ほとんどなかった。したがって、光導波回路5の特性劣化も、ほとんど見られなかった。

【0034】図8では、シリコン基板1の4隅を、弾性接着剤34でホルダー30に固定しているが、本実施例では固定場所は光導波回路基板の実装形態や光回路の位置で自由に選択可能である。

【0035】以上説明したように、本実施例の光部品の光導波回路基板の実装構造は、光導波回路基板1を箱形ホルダー30に軟膏状の熱伝導性樹脂33で密着させて放熱処理し、光導波回路基板1の周囲の所定部分を、弾性接着剤34でホルダー30に固定しているので、光導波回路基板1とホルダー30の線膨張係数差が大きいにも拘らず、弾性接着剤34が基板1とホルダー30間の変位を吸収し、応力の発生を、ほとんど無くす利点がある。

【0036】(実施例3)図9から図12は、本発明の第3の実施例を示すもので、本発明の導波型光部品を構成する光導波回路モジュール構造の説明図である。はじめに、本実施例の構成を説明する。

【0037】図9は、本発明の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールの構成を説明する分解斜視図である。図中、1は光導波回路基板であり、この光導波回路基板1は基板1A上に光導波回路を有する光導波回路層※50

*と、シリコンの線膨張係数 a_1 は2.3ppmであり、銅の線膨張係数 a_2 は16.5ppmである。光導波回路基板1の基板面と平行な面内における長さをしとし、環境温度が ΔT 変化したとすると、シリコン基板に働く応力Sは、

【0031】

【数1】

(1)

10※1Bが形成されてなる。基板の寸法は、幅4mm、長さ20mmである。40は光導波回路基板1を保持する側壁を有する樋状の下部ホルダーであり、41は上部ホルダーである。上部ホルダー41はスペーサ41aおよび上板41bとから構成されている。

【0038】ここに、光導波回路基板1は、シリコン基板1A上に石英ガラス系光導波回路層1Bを形成したものである。この基板1の光導波回路層1Bに形成されている光回路部5は、図10に示すように、2つの方向性結合部を互いに長さの異なる2本の光導波回路で接続したマッハツェンダー(Mach-Zehnder)干渉回路42が4つ並列に集積してなるものである。また、この光回路部(干渉回路部)5の両側には、直線導波路からなる光入力部5aおよび光出力部5bを設けている。この干渉回路42は、一本の入力導波路から入射した信号光を2本の導波路出力部に分岐するカップラである。2本の光路の光路長差を波長オーダーの精度で制御しており、1.3 μ mから1.6 μ mの波長域にわたって波長依存性の無い分岐特性、すなわち、クロスポートの光強度 I_{cr} とスルーポートの光強度 I_{th} との比(I_{cr}/I_{th})=20%を実現している。

【0039】上記のように、本実施例の基板1の光導波回路では、波長オーダーの光路長制御を行っているので、この光導波回路基板1を実装するにあたって外部から応力が加わると、大きな特性変動が引き起こされる。すなわち、光導波回路に応力が加わると、光弾性効果により光導波回路の屈折率が変動し、この結果、干渉回路42における光路長差が変化し、分岐変動をもたらす。このような精密光路長制御を行う光導波回路を有する基板を実装する場合、基板に応力がかからないモジュール構造を採用することが必須となる。

【0040】本実施例では、この目的のために、図9および図11、図12に示すような、モジュール構造とした。図11は、図9に示した基板1とホルダー40、41とを組み立てた光導波回路モジュールを長手方向に沿って見た側断面図である。光導波回路基板1には、基板1Aを構成するシリコンと回路層1Bを構成する石英ガラスとの線膨張係数の差異に起因した反りが存在する。この反りの曲率半径は約10から50m程度である。なお、この基板の短手方向の長さが4mmと短いので、この基板1では、その光入出力端面の面に沿う方向(基板

の短手方向)には全辺をホルダーに固定しても光特性に影響を与える歪みが生じるような有意な反りは存在していない。図11では、この反り曲率が変化しないように、光導波回路基板1の光入出力導波路部5a, 5b近傍のみを接着剤14により下部ホルダー40に固定してある。また、上部ホルダー41は、光導波回路基板1の光入出力導波路部5a, 5b近傍のみにスペーサ41aを固定し、これを介して上板41bを固定してある。これらは、いずれも接着剤14により固定されている。なお、本実施例では、ホルダー40, 41はホウ珪酸ガラス材料で構成している。この材料は、その線膨張係数がシリコン基板とほぼ等しく、また、紫外線域まで光の透過性を有する。これらのホルダー40, 41を紫外線透過材料で形成したので、接着剤14としては紫外線硬化接着剤を用いた。さらに、この接着剤は、光導波回路端面の研磨を考慮して、ヤング率150kg/mm²の硬い材料にした。

【0041】図12は、光導波回路モジュール43の端面を示す図であり、光導波回路基板1の周囲には、隙間なく固定剤である紫外線硬化接着剤14が充填されている。この光導波回路モジュール43の両端面は、ファイバ接続に先立ち精密に研磨する。

【0042】次に、前記実施例3の光部品を構成する光導波回路モジュールの効果を説明する。

【0043】第1の効果は、基板に応力をかけないで基板の実装が実現できることである。実施例3では、前記のように、光導波回路基板1をホルダー40, 41に保持するにあたり、光入出力導波路5a, 5b近傍のみを固定剤14によりホルダー40, 41と固定し、応力に敏感な干渉回路部5を筐体40, 41および固定剤14と非接触状態とした。このような構造とした結果、反りのある光導波回路基板であっても、もともとの反りの曲率を変化させずに、ホルダーに保持することが可能となった。実装後の光導波回路特性を図13に示す。このような構造とした結果、実装にともなう応力が光導波回路基板に加わることが防止できるので、光回路の初期特性を損うことなく、図13に示すように、1.3~1.6μmの波長域で、分岐比20%という波長無依存特性を実現した。

【0044】また、この実施例3では、光導波回路基板1を保持するホルダー材料として、シリコン基板とほぼ同様の線膨張係数を有するホウ珪酸ガラスを用いたので、環境温度の変動に対する光回路特性の変動を防止することができる。図14は、この効果を確認するために行ったヒートサイクル試験の結果である。測定は、1.3μmの波長で実施した。-40~85℃の温度変動に対して、光導波回路の損失変動は±0.1dB以内であり、良好な温度特性であることを確認した。

【0045】次に、この実施例3の効果を確認するために、比較例として、このホウ珪酸ガラス製の光導波回路

基板1を、図2, 図3に示した従来技術の方法、すなわち、光導波回路基板全面に固定剤を塗布して2枚の平面基台で挟み込む方法、により実装した。この時の実装後の光導波回路特性は、図15に示すように、初期に有していた波長無依存性が損われ、分岐比に波長依存性が発生した。また、上記と同様のヒートサイクル試験を行ったところ、損失変動は±0.5dBと大きな温度特性が観測された。

【0046】この実施例3の第2の効果は、光導波回路端面の精密研磨の実現である。本実施例では、光導波回路基板1の端面周辺が、図12に示したように、ヤング率150kg/mm²以上の硬い接着剤14で完全に充填されている。この結果、導波路端面の研磨の際に、導波路端面の破損および端面の傷発生を防止することが可能となる。実際、本実施例により製作した25モジュール、計400点におけるファイバ導波路間の接続損失は、平均接続損失0.09dB/点、最良値0.03dB、最悪値0.25dBであった。また、反射減衰量は、平均46dB、最良値48dB、最悪値45dBであり、低損失かつ高反射減衰量のファイバ接続が実現された。

【0047】図16は、実施例3の効果を確認するために、各種ヤング率を有する接着剤を用いて光導波回路モジュールを製作したときの接続損失のばらつきを測定したものである。同図には、各接着剤ごとに3モジュールすなわち48接続点について測定した接続損失の平均値(▲)、最良値(●)、および最悪値(○)を示した。接着剤を充填しないときには、導波路端面が破損する確率が極めて高くなる。この結果を反映して、接続損失最悪値は、ほぼ3dBに達する。接着剤が充填されると、接続損失の平均値および損失ばらつきは、大幅に低減され、ヤング率80kg/mm²の接着剤を用いた場合には、平均値0.3dB、最悪値が0.6dBになる。この接続損失は、ヤング率が高くなるとともに低減し、ヤング率130kg/mm²では、接続損失の最悪値は0.4dBあるものの、最良値は0.1dB/点以下になる。ヤング率150kg/mm²以上になると、最悪値も0.25dB程度になる。ヤング率がこれ以上高くなっても、損失特性は変化しなくなる。また、反射減衰量についても同様の傾向があり、ヤング率が80kg/mm²のときには、最良値は47dB、最悪値は35dBであるが、ヤング率が高くなるとともに、最悪値が改善され、ヤング率が150kg/mm²以上になると、接続損失のヤング率依存性は見られなくなった。

【0048】以上述べたように、本実施例3では、光導波回路基板端面を硬度の高い接着剤で充填するようにしたので、導波路端面研磨時の端面へのダメージを大幅に低減できる。特に、この接着剤としてヤング率150kg/mm²の硬いものを用いれば、精密研磨面が得られ、接続特性の良好な光導波回路モジュールが実現でき

る。

【0049】(実施例4および5)図17および図18は、それぞれ本発明の第4および第5の実施例を示すもので、本発明の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールの構造を説明する分解斜視図である。本実施例4および5のモジュールと前記実施例3のモジュールとの違いは、下部ホルダーおよび上部ホルダーの構造が異なる点にある。

【0050】すなわち、図17に示す実施例4のモジュールにおいては、桶状の下部ホルダー50にはその上面の両端が隆起したスペーサ部50aが形成されている点、そして、上部ホルダー51では、スペーサがスペーサ部51aとして一体化している点にある。

【0051】次に、図18に示す実施例5のモジュールにおいては、前記図17の構造を基本として、さらに、下部ホルダー60が前記下部ホルダー50の側壁を取り去った構造としたものである。これら実施例4、5のモジュールの他の構成要素は、すべて実施例3と同様である。

【0052】これら実施例4、5において、各ホルダーにスペーサを一体化したねらいは、本発明の光導波回路モジュールの製造歩留まりを向上することにある。すなわち、実施例3においては、下部ホルダー40の底面が面一であったので、光導波回路端部に滴下する接着剤の量が多すぎると接着剤が光干渉回路部分に流れ出し、この部分に応力が加わる場合があり、これを防ぐには接着剤滴下量の正確な制御が必要であった。これに対して、実施例4、5では、図19に示すように、下部ホルダー50(60)の上底面がスペーサ部50a(60a)の形成によって凹状になっているので、接着剤14の滴下量が多くても、筐体50(60)の凹状の上底部に流れ込み、基板1の応力に敏感な光干渉回路部5に達するのを防止できる。

【0053】実施例5(図18)において、下部ホルダー60を側壁の無い構造にしたのは、下部ホルダー60を形成するコストを低減するためである。実施例4(図17)に対して述べた前記特徴は、この実施例5におけるホルダー60に対しても当てはまる。

【0054】これ以外の光モジュール特性は、実施例4、5ともに実施例3と全く同様であった。

【0055】(実施例6)図20は、本発明の第6の実施例を示すものであり、この実施例の光部品のモジュールと実施例3ないし5のモジュールとの違いは、下部ホルダー70および上部ホルダー71において、少なくとも光導波回路基板1との非接触部70b、71bを弾性材料で形成したことにある。図20において、ホルダー70および71は、それらのスペーサ部70aおよび71aがガラス材料で構成されており、基板1との非接触部分70bおよび71bはゴム状樹脂で形成されている。その他の構成要素は実施例3ないし5と同様であ

る。

【0056】本実施例では、ホルダー中央部を弾性材料で構成したので、光導波回路モジュールの環境温度に大きな変動があっても、ホルダー70、71と光導波回路基板1との線膨張係数不整合による応力が発生しても、この応力が光導波回路基板1に加わることはなく、温度変化に対して安定な光導波回路モジュールが実現できる。さらに、研磨が必要な導波路端面は十分な硬さを有するガラス材料で構成されているので、実施例3ないし5と同様に精度の高い端面研磨が可能となる。この実施例6の光導波回路モジュールが実現する特性は、実施例3ないし5と同様である。

【0057】この構成の光導波回路モジュールは、光導波回路基板の線膨張係数に整合するホルダー材料が見いだせない材料からなる光導波回路モジュールの場合に有効である。

【0058】(実施例7)図21から図24は、本発明の第7の実施例を示すもので、本発明の導波型光部品を構成する光導波回路モジュール構造の説明図である。はじめに、本実施例の構成を説明する。

【0059】図21は、光導波回路基板の説明図である。光導波回路基板1の中央部1bには光導波回路(光回路部)5が形成されており、光導波回路5には位相制御用ヒータ75が取り付けられている。また、基板1の光入力導波路部5aと、光出力導波路部5bには、それぞれ上部保護板80a、下部保護板80bが取り付けられている。

【0060】光導波回路基板1はシリコン基板上に石英ガラス系光導波回路層を形成したものをを用いており、その寸法は5cm×5cmである。この基板には、シリコンと石英ガラスの線膨張係数不整合に起因した縦横両方向の反りが存在し、その曲率半径は約10~50m程度である。この基板1の中央部1bには、2つの方向性結合部(3dBカップラ)を互いに長さの異なる2本の光導波回路で接続したマッハーツェンダー(Mach-Zehnder)干渉回路が3つ集積してあり、基板1の端部には、前記したように、直線導波路からなる光入力導波路部5aおよび光出力導波路部5bを設けてある。

【0061】この基板1の光導波回路5は、1本の入力導波路から入射した4つの光周波数多重信号(周波数 $f_1 \sim f_4$)を各光周波数毎に4つの出力導波路に分離して出力する回路である。各出力導波路から取り出せる光の周波数は、位相制御用ヒータ75に通電する電流値を適当に設定することにより、4周波数のうち任意の1つを選択できる。

【0062】光入出力導波路部5a、5bにおける基板表面および基板底面には、それぞれ、前記したように、保護板80a、80bが接着剤14により取り付けられている。本実施例では、保護板80a、80bはシリコンとほぼ等しい線膨張係数を有するホウケイ酸ガラスで

形成し、接着剤14としてはヤング率 150 kg/mm^2 の紫外線硬化接着剤を用いた。

【0063】この光導波回路5の機能を発揮するためには、各マッハーツェンダー干渉回路における2本の光路長差を波長オーダーの精度で制御する必要がある。しかも、この光導波回路5では、光導波回路基板1に外部から応力が加わると、大きな特性変動が引き起こされてしまう。すなわち、光導波回路5に応力が加わると、光弾性効果により光導波回路5の屈折率が変動し、干渉回路における方向性結合部の結合比および光路長差が変化する。この結果、出力導波路部5bから出力される信号光の周波数選択性が著しく劣化することになる。したがって、このような精密な光路長の制御を行う光導波回路5を実装する場合、基板1に応力のかからないモジュール構造を採用することが必須となる。とりわけ、本実施例のような基板の反りが無視できない光導波回路基板では、基板の反りの曲率半径を変化させることなく実装することが重要になる。

【0064】本実施例では、この目的のために、図22に示すようなホルダー90を用いて、図22に示すようなモジュール構造とした。図22は光導波回路基板1を保持するホルダー90を示すものであり、その表面は平面状である。また、ホルダー90の両端の一部には、光ファイバ接続の便宜を考慮して切り込み部90aが形成してある。

【0065】図23は、ホルダー90上に光導波回路基板1を搭載固定し、光ファイバ2を接続した光導波回路モジュールを示している。光導波回路基板1の端部近傍を接着剤34で固定した。基板1の中央部1bの光回路部（回路パターンは不図示）5においては、基板1に反りがあるので、ホルダー90との間に空隙があり、この空隙には、基板1の放熱処理のために軟膏状の熱伝導性樹脂33を充填し、光回路部5とホルダー90とを熱的に接触状態とした。このときの光入力端面から見た光導波回路モジュールの構造を図24に示す。図に示すように、基板1は、ホルダー90の切り込み部90aの位置と下部保護板80bとが一致するように搭載されている。上記のように、この光導波回路モジュールでは、光導波回路基板1の端部のみがホルダー90に接着剤34で接触保持されているので、光導波回路基板1がもとも

と有していた基板反りの曲率半径を変化させることなく、基板1をホルダー90に搭載することが可能となった。

【0066】最後に、図23に示すように、光ファイバアレイ100が前記上下部保護板80a、80bにより保護されている光入出力導波路部5a、5bの端面に調心固定されている。光ファイバアレイ100は、上部保護板80aおよび下部保護板80bに接続固定されており、ホルダー90とは非接触状態にある。

【0067】次に、前記構成の本実施例の光導波回路モ

ジュールの効果を説明する。

【0068】第1の効果は、基板に応力のかからない実装の実現である。本実施例では、上記のように、光導波回路基板1をホルダー90に固定保持させるにあたり、光導波回路基板1の端部のみを接着剤34によりホルダー90と固定し、応力に敏感な光導波回路5をホルダー90および接着剤34と非接触状態とした。したがって、図24に示したように、もともと基板1が有していた反りの曲率を変化させずに、ホルダー90に保持させることが可能となるとともに、接着剤34の硬化収縮に伴う応力が光導波回路基板1の光導波回路5に直接加わることが防止できる。

【0069】この結果、無視し得ない程度の反りを有し、かつ、応力印加により特性が大きく変動する光導波回路を持つ基板であっても、もともとの光導波回路特性を変化させることなく、ホルダーに搭載することが可能となった。

【0070】また、光導波回路基板1とホルダー90とを固定する接着剤34として、弾性接着剤などの弾性を有する接着剤を使用すれば、ホルダー90と光導波回路基板1との間に線膨張係数の大きな不整合がある場合であっても、弾性接着剤34が両者の変位を吸収するので、光導波回路基板1に応力が加わることを防止できる。したがって、弾性接着剤の採用によって、さらに温度安定性の高い光導波回路が実現できる。

【0071】本発明の光部品を構成する光導波回路モジュールにおける第2の効果は、光導波回路端面の精密研磨の実現である。

【0072】本実施例では、図21および図24に示すように、光導波回路基板1の端面の光入出力導波路部5a、5bの直上および直下に保護板80a、80bを接着剤14により取り付けようとしている。この結果、導波路の端面を研磨する際に、導波路端部の破損および端面の傷発生を防止することが可能となる。この場合、特に、光導波回路基板1と保護板80a、80bとを固定する接着剤14として、ヤング率 150 kg/mm^2 以上の硬い接着剤を用いることにより、導波路端面の研磨精度を大幅に向上することができる。実際、本実施例により製作した光導波回路モジュールと光ファイバとの接続に伴う過剰損失（光導波回路と光ファイバとのスポット径不整合に伴う接続損失以外の付加的損失）は、 0.05 dB/点 以下、また、反射減衰量は 47 dB であり、低損失かつ高反射減衰量のファイバ接続が実現された。

【0073】この効果に加えて、光ファイバアレイ100を接続固定するにあたり、光ファイバ2は光導波回路基板1の端面ならびに上下の保護板80a、80bのみと接触しており、ホルダー90とは非接触状態を保つことができています。したがって、光導波回路基板1とホルダー90の線膨張係数に不整合がある場合であっても、

光ファイバアレイ100はこの影響は一切受けることができなく、その結果、接続損失の温度安定性が極めて高い、という効果が得られる。

【0074】本実施例が有する第3の効果は、基板1に応力をかけないで基板1を保持することができ、しかも、基板1の放熱処理が可能となった点である。すなわち、本実施例のように反りを有する光導波回路基板1を、その端部をホルダー90に接触した状態で固定し、搭載した結果、光導波回路基板1の中央部1bとホルダー90との間に空隙ができる。この空隙に、軟膏状の熱伝導性樹脂33を充填することにより、光導波回路基板1に応力を加えることなく、基板1の底面全面とホルダー90とを熱的に接触させることが可能となった。したがって、ホルダー90として、例えば銅ブロックのように熱伝導性に優れた材料を用いれば、光導波回路基板1の放熱を効率的に実現できる。

【0075】以上述べたように、本実施例の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールは、有限な曲率半径の反りを有する面積の大きな光導波回路基板を、実装にともなって生じる応力を印加することなく筐体に固定保持できる。このために、十分な機械的強度を有し、しかも、光導波回路特性を劣化させない実装が実現できる。同時に、光入出力導波路端面の精密研磨が可能となるので、接続損失が極めて小さく、かつ、反射減衰量が十分に高いファイバ接続が可能となる。さらに、必要に応じて、基板に応力をかけないで基板を保持した状態でも、基板の効率的な放熱処理も実現できる。

【0076】(実施例8)図25ないし図27は、本発明の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールの第8の実施例の説明図である。本実施例と前記実施例7との違いは、光導波回路の出力導波路の本数が著しく多いことにある。

【0077】図25は、光導波回路基板1の説明図であり、この説明図では、複雑さを避けるために、基板1上に形成されている光導波回路5のパターンは図示を省略している。この基板1の光導波回路5は、3dBカップラを多段に接続することにより、1本の光入力導波路部5aから入射した光を多数本、例えば128本の出力導波路に分岐する1×Nスプリッタの構成例である。本実施例が前記実施例1と異なる点は、出力導波路の本数が著しく増大し、光出力部が基板端部のほぼ全域に及んでいる点にある。この結果、光導波回路基板1の出力導波路部5bの基板上面および基板底面に保護板80a、80bを設置する際に、光導波回路の光伝搬方向のみならずそれと直角方向の基板の反りの存在も無視できなくなる。そこで、本実施例においては、出力導波路部5bに取り付ける保護板80a、80bを、基板の反りを無視できる程度の大きさに分割した。例えば、1×128スプリッタの場合、出力導波路部5bを16本を一区切りにして8つのグループに分割し、各グループ毎に一組

の保護板80a、80bを固定剤14を用いて取り付けした。1グループ内の導波路間隔を250μmに設定すると、1グループの幅は4mmとなり、1グループの領域内では基板の反りは無視できる大きさとなる。

【0078】図26は、ホルダー90の構造を示しており、光導波回路基板1に取り付けた保護板80a、80bに相当する位置には窪み状の段差90bを設けてある。

【0079】図27は、光導波回路基板1をホルダー90に保持したとき、出力導波路側より見た構造を示している。基板1とホルダー90との固定は、実施例7と同様に基板端部を接着剤34によりホルダー90に接触させて保持している。本実施例では、上記のように、出力導波路部5bの保護板80a、80bを基板1の反りを無視できる程度の大きさに分割したので、基板がもともと有していた反り曲率を変化させることなく実装することが可能となった。

【0080】このような構造とした結果、本実施例においても前記実施例1と同様に、光ファイバと導波路の精密位置合わせ、導波路端部の精密研磨、基板に応力をかけることのない実装ならびに高機械強度のすべてを満足するとともに、基板に応力をかけることのない放熱処理を可能とする光導波回路モジュールを実現することができる。

【0081】(実施例9)図28および図29は、本発明の第9の実施例であり、前記実施例7および8の違いは、光導波回路基板1の曲率半径にあわせてホルダー110の表面を曲面にしたことと、それに伴って、光導波回路基板1の光導波回路(パターンは不図示)5がある中央部分1bとホルダー110の表面とを直接に接触させた状態とし、その上で光導波回路基板1の端部を接着剤34によりホルダー110に固定した点にある。このような構造としたことにより、基板1に応力をかけない実装が可能になるとともに、前記実施例7、8と比較して放熱効果をより高めることができる。

【0082】(実施例10)本実施例10は、本発明の第10の実施例を示すものである。本実施例の導波型光部品は、図30に示すように、光導波回路モジュール120の入出力端に光ファイバアレイ130を接続してなるものである。

【0083】前記光導波回路モジュール120は、例えば、前記実施例3(図9、図11、図12)に説明した光導波回路モジュール43が考えられる。この光導波回路モジュール43では、前記したように、ホルダー40、41はホウ珪酸ガラス材料で構成している。この材料は、その線膨張係数がシリコン基板とほぼ等しく、また、紫外線域まで光の透過性を有する。これらのホルダー40、41を紫外線透過材料で形成したので、接着剤14としては紫外線硬化接着剤を用いた。さらに、この接着剤は、光導波回路端面の研磨を考慮して、ヤング率

150 kg/mm² の硬い材料にした。前記光導波回路基板1の周囲には、図12に示すように、隙間なく固定剤である紫外線硬化接着剤14が充填されている。この光導波回路モジュール43の両端面は、ファイバ接続に先立ち精密に研磨される。

【0084】前記光導波回路モジュール120(43)に接続する光ファイバアレイ130は、図31に示すように、8芯光ファイバ131を、その端部が露出するように、保持板132、固定板133、端子フレーム134に固定してなるものである。前記保持板132、固定板133および端子フレーム134は、端子ホルダー135を構成している。この光ファイバアレイ130にあっては、ファイバ131は、ファイバ整列溝を有する保持板132と固定板133との間に挟まれ、接着剤14により固定されている。そして、これらファイバ131-保持板132-固定板133からなる組立体が、フレーム134の凹部に嵌着され、接着剤14により固定されている。前記保持板132、固定板133およびフレーム134は、ともにホウ珪酸ガラスで形成してあり、これらは、光導波回路基板用のホルダー40、41の場合と同様にヤング率150 kg/mm² の紫外線硬化接着剤14を用いて固定されている。この光ファイバ端面も接続に先立ち精密に研磨を行う。

【0085】前記図30は、前記光導波回路モジュール120(43)の両端に紫外線硬化接着剤14を介して前記光ファイバアレイ130を接続した導波型光部品の外形を示したものである。光ファイバアレイ130と光導波回路モジュール120との位置合わせは、接続界面に紫外線硬化接着剤14を滴下した後、自動調心装置を用いることにより短時間のうちに終了する。位置合わせ後、紫外線光を照射することにより容易にファイバ接続が実現できる。なお、本実施例に用いる紫外線硬化接着剤14は、特に限定されるものではないが、一般に加熱や紫外線照射によって硬化する接着剤が用いられる。しかし、プロセスの点から硬化速度が速い紫外線照射によって硬化する接着剤、いわゆる紫外線硬化型の接着剤を用いるのが好ましい。

【0086】本発明に用いられる接着剤のヤング率は、前記したように、150 kg/mm² 以上である。これは、ヤング率が100 kg/mm² より低い場合は、接続損失の平均値とバラツキが共に大きく、また、100~150 kg/mm² の接着剤を用いた場合は、接続損失の平均値は比較的低いが、バラツキがやや大きい傾向にあるからである。そして、150 kg/mm² 以上の接着剤を用いた場合は、接続損失の平均値とバラツキが共に小さくなり、所望の特性を持つ導波型光部品が得られる。なお、ここで述べたヤング率は動的方法によって測定した常温における貯蔵弾性率(JIS K7198)を示すものである。

【0087】図30に示した導波型光部品は、前記のよ

うに、接続端面研磨後の光導波回路モジュール120と光ファイバアレイ130とを、石英ガラスと屈折率の整合した紫外線硬化型のエポキシ系の接着剤14によって、接合したものであり、接続による損失の増加は、平均値が0.12 dB、最高値が0.18 dBと小さかった。

【0088】以上、本発明の実施例を説明したが、本発明の適用範囲はこれら実施例に限定されるものではない。上記実施例では、光導波回路基板としてシリコン基板上石英系光導波回路を例にあげ説明してきたが、これに限定されるものではないことは言うまでもなく、実装にともなう基板の応力変化が回路特性に影響を及ぼす全ての光導波回路に対して、本発明は大きな効果を発揮する。また、上記各実施例では、光導波回路基板をホルダーに固定する際に、固定剤として紫外線硬化接着剤を用いたが、これに限定されるものではなく、このほかにも熱硬化型、常温硬化型の各種接着剤や、あるいは、半田等を用いることも可能である。さらに、上記実施例では、ホルダーとしてホウ珪酸ガラスからなるホルダーを用いた場合を例に挙げて説明したが、このほかにも、例えばコパールのような金属材料からなるホルダーを用いて光ファイバアレイをレーザ溶接により接続する等、各種材料系に適用できる。

【0089】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、特に基板の反りを無視できない大形光導波回路基板を応力の負荷なしで実装することが可能であり、低損失、高反射減衰量、および高機械強度を有する導波型光部品を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールの第1の例を示す斜視図である。

【図2】従来の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールの第2の例を示すもので、同モジュールを構成する光導波回路基板の斜視図である。

【図3】従来の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールの第2の例を示すもので、同モジュールの側面図である。

【図4】従来の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールの第3の例を示すもので、同モジュールの分解斜視図である。

【図5】本発明の第1の実施例の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールの断面図である。

【図6】本発明の第1の実施例の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールを構成する光導波回路基板の平面図である。

【図7】本発明の第1の実施例の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールの分解斜視図である。

【図8】本発明の第2の実施例の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールの斜視図である。

【図9】本発明の第3の実施例の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールの分解斜視図である。

【図10】本発明の第3の実施例の導波型光部品を構成するモジュールに用いた光導波回路基板の斜視図である。

【図11】本発明の第3の実施例の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールの側断面図である。

【図12】本発明の第3の実施例の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールの端面図である。

【図13】本発明の実施例3の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールにおける光導波回路特性を示すグラフである。

【図14】本発明の実施例3の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールにおける光導波回路のヒートサイクル特性を示すグラフである。

【図15】本発明の実施例3に対応する比較例の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールにおける光導波回路特性を示すグラフである。

【図16】本発明の実施例3に対応する比較例の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールにおける接着剤のヤング率と接続損失との関係を示すグラフである。

【図17】本発明の第4の実施例の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールの分解斜視図である。

【図18】本発明の第5の実施例の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールの分解斜視図である。

【図19】本発明の第4または第5の実施例の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールの側断面図である。

【図20】本発明の第6の実施例の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールの分解斜視図である。

【図21】本発明の第7の実施例の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールを構成する光導波回路基板の斜視図である。

【図22】本発明の第7の実施例の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールを構成するホルダーの斜視図である。

【図23】本発明の第7の実施例の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールの斜視図である。

【図24】本発明の第7の実施例の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールの一部省略して示した側面図である。

【図25】本発明の第8の実施例の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールを構成する光導波回路基板の斜視図である。

【図26】本発明の第8の実施例の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールを構成するホルダーの斜視図である。

【図27】本発明の第8の実施例の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールの側面図である。

【図28】本発明の第9の実施例の導波型光部品を構成

する光導波回路モジュールの分解斜視図である。

【図29】本発明の第9の実施例の導波型光部品を構成する光導波回路モジュールの側面図である。

【図30】本発明の第10の実施例を示すもので、本発明の導波型光部品を示す斜視図である。

【図31】本発明の第10の実施例を示すもので、本発明の導波型光部品を構成する光ファイバアレイの斜視図である。

【符号の説明】

- 1 光導波回路基板
- 1A 基板
- 1B 光導波回路層
- 1b 基板1の中央部
- 2 光ファイバ
- 5 曲線光導波回路（光回路部）
- 5a 光入力導波路部
- 5b 光出力導波路部
- 14 接着剤
- 20 基板ホルダー
- 21 下部フレーム
- 22a, 22b, 22c, 22d スペーサ
- 23 押さえ板
- 30 箱形ホルダー
- 31 発熱体
- 32 電極パッド
- 33 軟膏状の熱導電性樹脂
- 34 接着剤
- 40 樋状の下部ホルダー
- 41 上部ホルダー
- 41a スペーサ
- 41b 上板
- 42 マッハーツェンダー干渉回路
- 43 光導波回路モジュール
- 50 樋状の下部ホルダー
- 50a スペーサ部
- 60 下部ホルダー
- 70 下部ホルダー
- 70a, 71a スペーサ部
- 70b, 71b 非接触部
- 71 上部ホルダー
- 75 位相制御用ヒータ
- 80a 上部保護板
- 80b 下部保護板
- 90 ホルダー
- 90a 切り込み部
- 90b 段差
- 100 光ファイバアレイ100
- 119 ホルダー
- 120 光導波回路モジュール
- 130 光ファイバアレイ

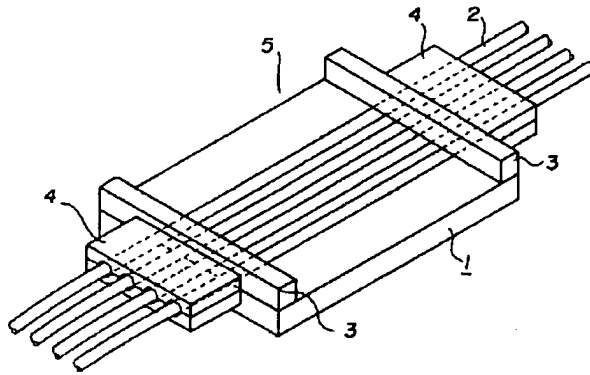
21

131 8芯光ファイバ
132 保持板
133 固定板

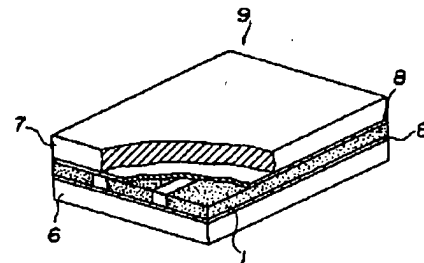
22

134 端子フレーム
135 端子ホルダー
g 隙間

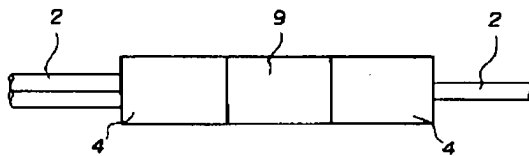
【図1】



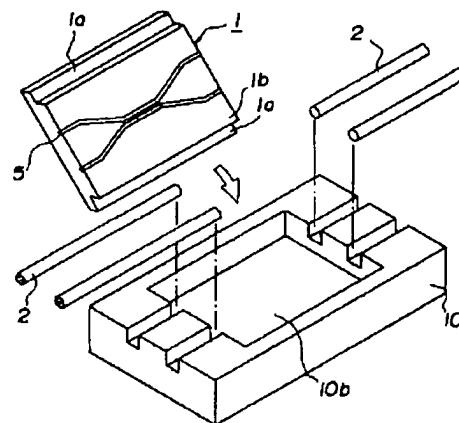
【図2】



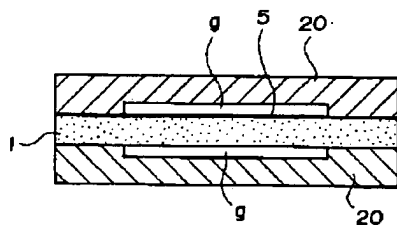
【図3】



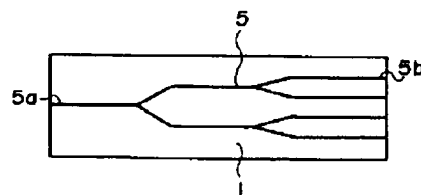
【図4】



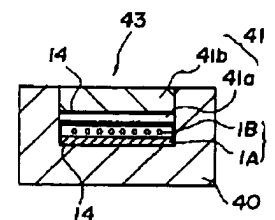
【図5】



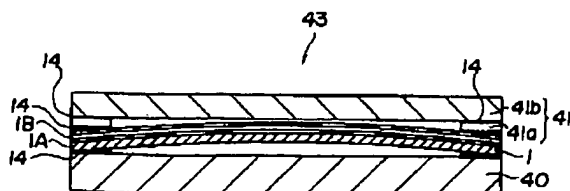
【図6】



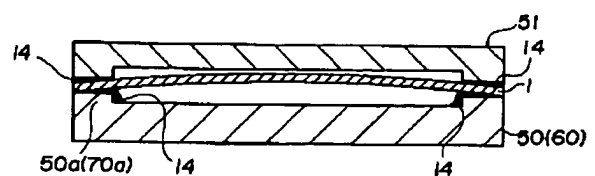
【図12】



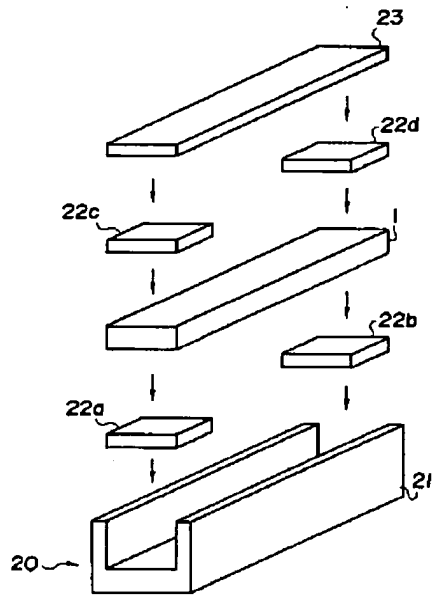
【図11】



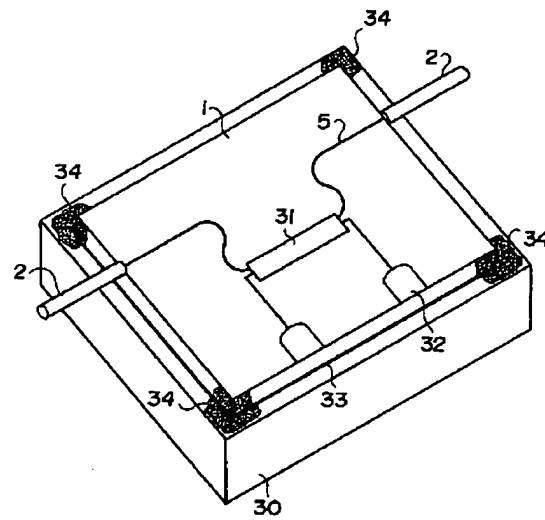
【図19】



【図7】

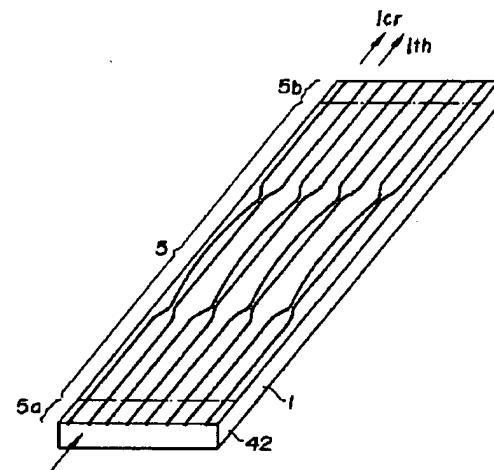
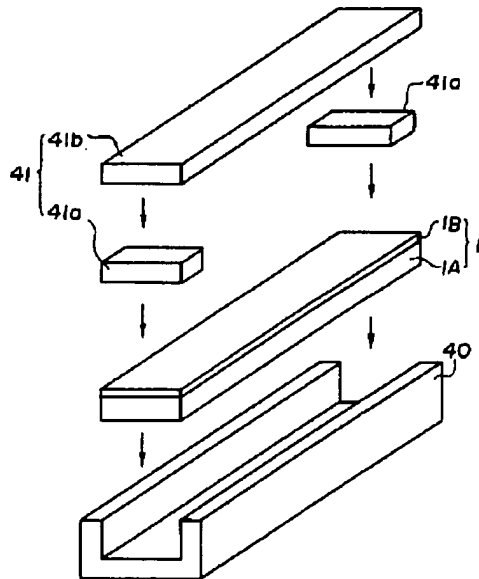


【図8】



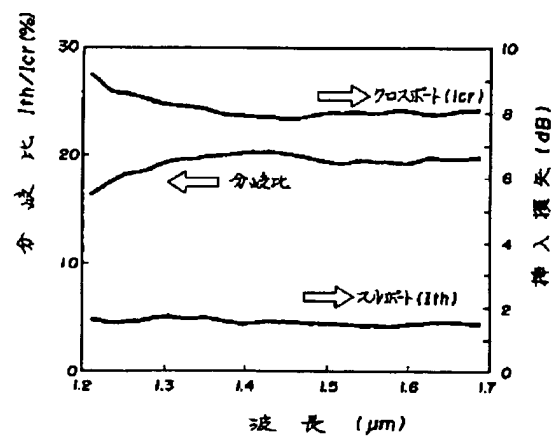
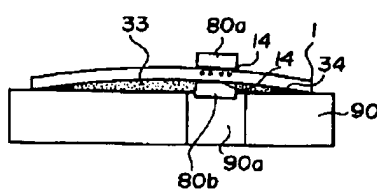
【図10】

【図9】

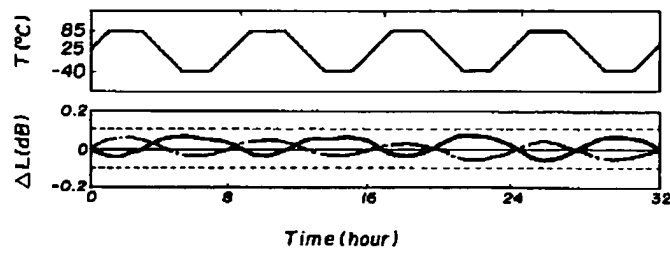


【図13】

【図24】

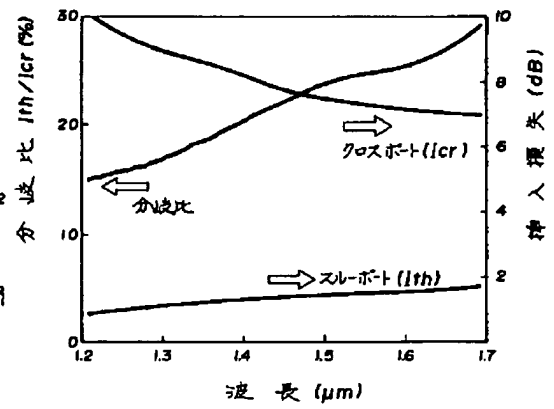


【図14】

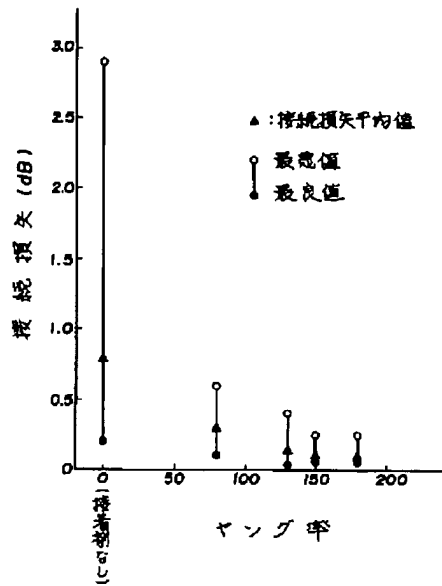


ΔL : 損失変化量 T : 温度 Time: 試験時間
 — スレーボト - - - クロスボト

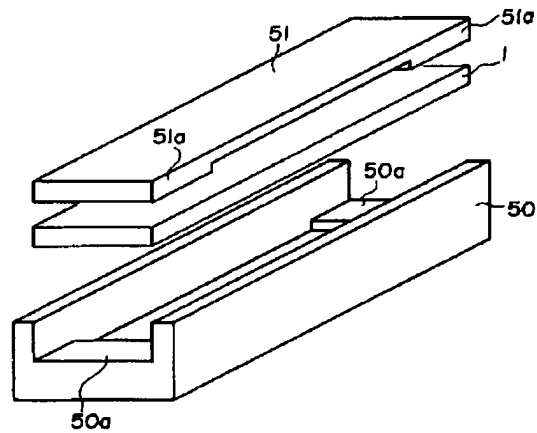
【図15】



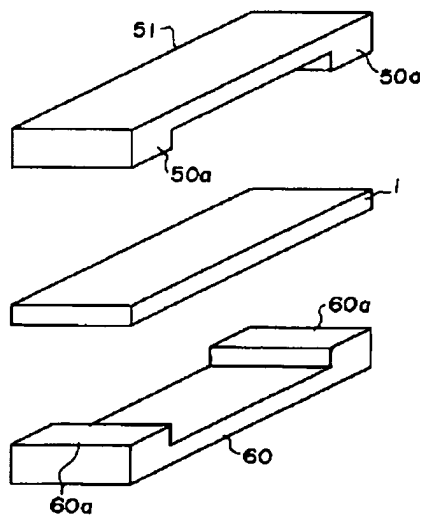
【図16】



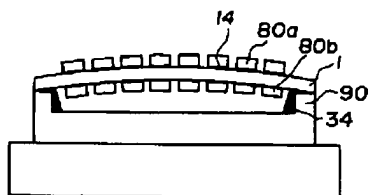
【図17】



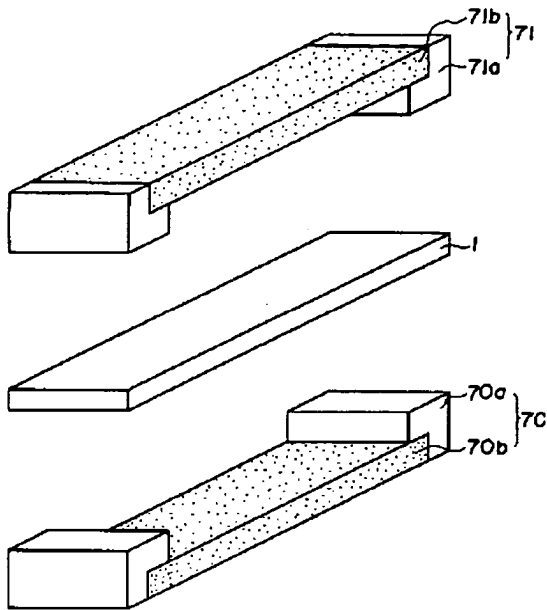
【図18】



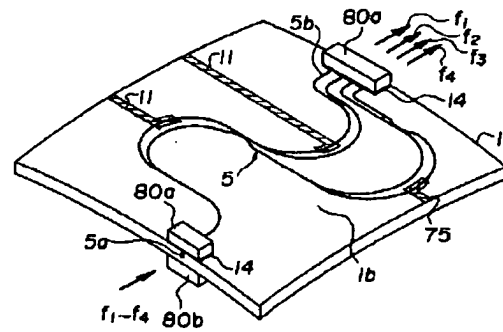
【図27】



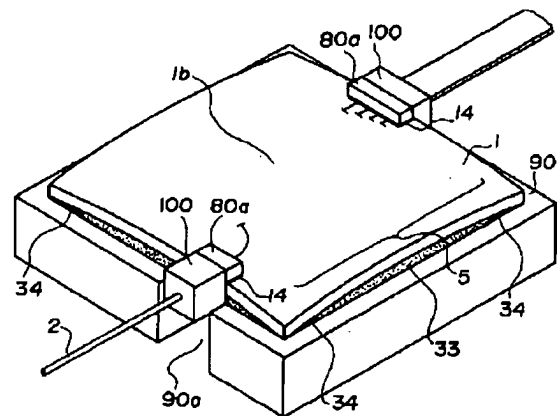
【図20】



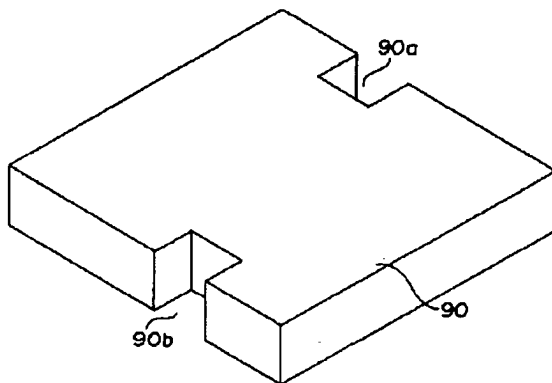
【図21】



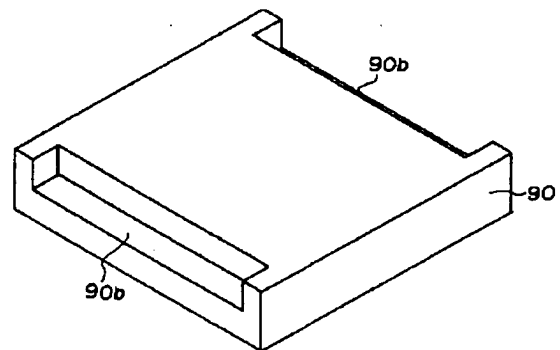
【図23】



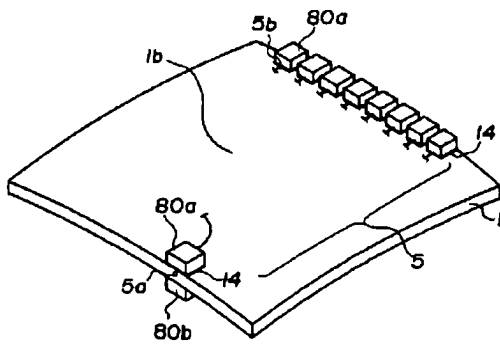
【図22】



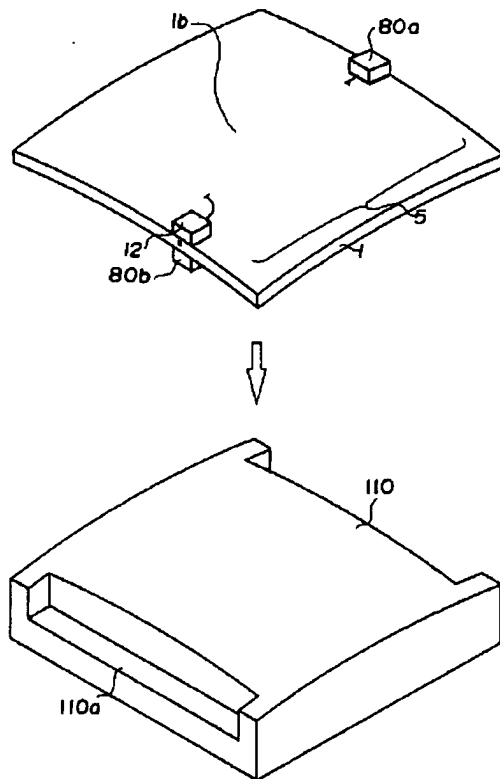
【図26】



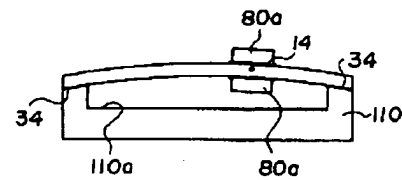
【図25】



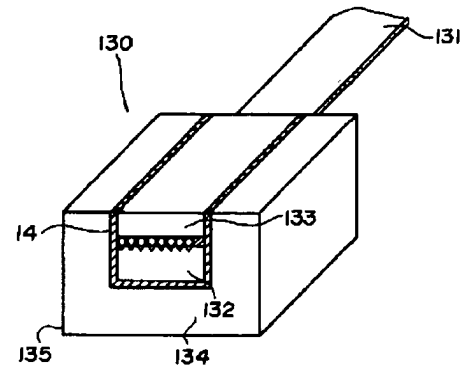
【図28】



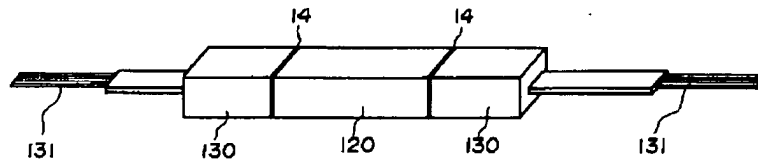
【図29】



【図31】



【図30】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 特願平4-155387
 (32)優先日 平成4年6月15日(1992. 6. 15)
 (33)優先権主張国 日本(JP)
 (31)優先権主張番号 特願平4-155388
 (32)優先日 平成4年6月15日(1992. 6. 15)
 (33)優先権主張国 日本(JP)
 (72)発明者 加藤 邦治
 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日
 本電信電話株式会社内
 (72)発明者 井上 靖之
 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日
 本電信電話株式会社内

(72)発明者 奥野 将之
 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日
 本電信電話株式会社内
 (72)発明者 丸野 透
 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日
 本電信電話株式会社内
 (72)発明者 吉澤 鐵夫
 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日
 本電信電話株式会社内
 (72)発明者 木村 隆男
 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日
 本電信電話株式会社内